

## ارزیابی مدل *CERES-Wheat* در دو نقطه متفاوت اقلیمی در استان خراسان

### I- پیش بینی عملکرد

علی کیانی<sup>۱</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۲</sup>، محمد بنایان<sup>۳</sup>، مهدی نصیری محلاتی<sup>۴</sup>  
۱- کارشناس ارشد زراعت، ۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ وصول: ۸۱/۸/۲۸

### چکیده

مدلهای شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی ابزارهایی کمی هستند که بر اساس اصول علمی استوار بوده و می‌توانند اثرات متفاوت اقلیم، عوامل خاکی، آب و عوامل مدیریت زراعی را روی تولید گیاهان زراعی مورد ارزیابی قرار دهند. به منظور پیش بینی عملکرد گندم در دو نقطه متفاوت اقلیمی در استان خراسان با استفاده از مدل *CERES-Wheat*، دو آزمایش مزرعه‌ای با استفاده از شش رقم گندم که در طی سالهای مختلف معرفی شده بودند، در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ انجام شد. آزمایشات مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد، انجام شدند. قبل از شبیه‌سازی از نرم‌افزار *GENCALC* به منظور محاسبه ضرایب ژنتیکی ارقام مختلف استفاده شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی عملکرد در دو آزمایش نشان می‌دهد که مجذور میانگین مربعات خطای عملکرد در مشهد ۲۶۸/۲۹ و بیرجند ۳۸۳/۵ کیلوگرم، کمتر از مقدار ۱۰٪ میانگین مقادیر مشاهده شده در آزمایش مشهد ۳۳۰/۹ و آزمایش بیرجند ۴۰۵/۰۳ کیلوگرم بوده است و عملکرد با دقت خوبی شبیه‌سازی شده است. پیچیدگی سیستم‌های کشاورزی، مشکل بودن دسترسی به داده‌های ورودی برای مدلها و ناتوانی در وارد کردن همه پارامترهای مؤثر در رشد گیاهان زراعی به ساختار مدلها و نیز عدم شناخت کامل فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان زراعی و بخصوص اثرات متقابل آنها در محیطها و شرایط مختلف باعث بروز خطا در مدلها می‌شود از اینرو برای استفاده از مدلها بعنوان یک ابزار تحقیقاتی، بهبود مدلها و انجام آزمایشات تکمیلی ضروری است.

واژه های کلیدی: گندم، *CERES-Wheat*، مدل، عملکرد

### مقدمه

گندم مهمترین محصول زراعی کشور است و نقش بارزی در تغذیه مردم دارد. استان خراسان با دارا بودن ۳۵۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت (میانگین سطح زیر کشت گندم آبی در طی دوره ده ساله ۷۶-۱۳۶۷)، بیشترین سطح زیرکشت گندم آبی (۱۷/۷ - ۱۴/۶٪) را در ایران دارا بوده و سهم قابل توجهی (۱۵/۴۴-۱۲/۳۴٪) از کل تولید کشور را در تولید گندم آبی کشور داشته است.

با توجه به نقش مهم گندم در تغذیه مردم و نیز اهمیت آن در سیستم‌های زراعی کشور، به نظر می‌رسد استفاده از زمینه‌های تحقیقاتی جدید و تکنولوژیهای نو می‌تواند نقش زیادی را در افزایش تولید داشته باشد. امروزه فناوری اطلاعات امکان شبیه‌سازی پدیده‌های مختلف فیزیکی، بیولوژیکی و اقلیمی را در عرصه‌های مختلف پژوهشی امکان‌پذیر ساخته است. در علوم زراعی نیز مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی دانش انسان درباره جنبه‌های مختلف علمی شامل هواشناسی کشاورزی، فیزیک خاک، شیمی خاک، فیزیولوژی گیاهان زراعی، اصلاح گیاهان و زراعت را بوسیله روابط ریاضی برای پیش‌بینی رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی، امکان‌پذیر ساخته است. از این رو مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی بعنوان ابزار اصلی انتقال علوم زراعی به عصر اطلاعات شناخته می‌شوند (۱۳). بر اساس پیشرفت‌های بعمل آمده امروزه رهیافت *Decision Support System* که عبارت است از

استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری برای مدیریت سیستم‌های تولیدی کشاورزی، به عنوان یک ابزار قوی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تاکنون رهیافت *DSS*، از طریق مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی در زمینه‌های مختلف علمی مورد استفاده قرار گرفته است. مدیریت تولید گیاهان زراعی (آبیاری، کوددهی، آفات و بیماری‌های گیاهی)، تغییر اقلیم، نوسانات اقلیمی، پیش‌بینی عملکرد، آلودگی محیط زیست، کشاورزی پایدار و بسیاری جنبه‌های دیگر از جمله زمینه‌هایی هستند که با رویکرد فوق مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی ابزارهایی کمی هستند که بر اساس اصول علمی استوار بوده و می‌توانند اثرات متفاوت اقلیم، عوامل خاکی، آب و عوامل مدیریت زراعی را روی تولید گیاهان زراعی مورد ارزیابی قرار دهند (۹، ۱۶، ۵). با توجه به توانایی مدل *CERES-Wheat* در تعیین اثر کمی پارامترهای مختلف اقلیمی، محیطی و مدیریتی روی تولید گندم، میتوان با انتخاب استراتژیهای مختلف مثل ارزیابی تولید واریته‌های مختلف، تاریخهای کاشت متفاوت و بررسی زمان مصرف کودها و نیز شبیه‌سازی این عوامل با داده‌های طولانی مدت آب و هوایی و یا داده‌های اقلیمی شبیه‌سازی شده بوسیله نرم افزارهای *WGEN* (۱۱) و یا *SIMMETEO* (۷)، تولیدات کشاورزی را در سطوح منطقه‌ای و ملی مورد ارزیابی قرار داد. مدل *CERES-Wheat*، از طریق شبیه‌سازی اثرات

آزمایشات مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۹۱ متر) و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد، (با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۹۰ متر) انجام شد. برخی مشخصات ارقام انتخابی، که در هر دو آزمایش یکسان بودند، در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- ارقام مورد استفاده در هر دو آزمایش (۱)

نام ارقام	سال معرفی	تراکم بوته توصیه شد، در متر مربع
روشن	۱۳۳۸	۴۰۰
بزرستایا	۱۳۴۸	۴۱۰
آزادی	۱۳۵۸	۳۲۵
قدس	۱۳۶۸	۳۲۵
الموت	۱۳۷۴	۳۶۵
الوند	۱۳۷۴	۳۵۰

هر دو آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و با چهار تکرار انجام گرفت. در هر دو آزمایش و برای همه ارقام، مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل، ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در زمان کاشت، به خاک داده شد. کاشت آزمایش بیرجند در ۲۴ آبان ماه و آزمایش مشهد در ۱۶ آبان ماه انجام گرفت. آبیاری طبق روال

ژنوتیپی، اقلیمی، خاکی و پارامترهای مدیریتی موثر در تولید گندم، رشد، نمو و عملکرد آن را پیش‌بینی می‌کند (۱۰). داده‌های ورودی مدل شامل داده‌های آب و هوا، خاک، پارامترهای گیاه زراعی و عوامل مدیریتی هستند. داده‌های ورودی مربوط به آب و هوا شامل تشعشع خورشید، حداقل و حداکثر درجه حرارت و بارش می‌باشند. پارامترهای مربوط به خاک شامل ضرایب هرز آب و زه‌کشی، ضریب تبخیر و انعکاس خورشیدی، میزان ظرفیت نگهداری آب خاک و ضرایب عملکردی ریشه در عمق‌های مختلف هستند. ضرایب ژنتیکی ارقام گندم نیز باید بعنوان ورودی مشخص شوند. داده‌های مدیریتی که بعنوان ورودی به مدل داده می‌شوند شامل تراکم کاشت، عمق و تاریخ کاشت و پارامترهایی از این قبیل هستند.

با توجه به اینکه مدلها قبل از بکارگیری در موارد فوق، نیاز به ارزیابی اولیه دارند هدف از این تحقیق، ارزیابی مدل *CERES-Wheat* در شبیه‌سازی عملکرد گندم و ارزیابی توانایی مدل در پیش‌بینی اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ در دو شرایط متفاوت اقلیمی در استان خراسان می‌باشد.

### مواد و روشها

به منظور پیش‌بینی عملکرد گندم در دو نقطه متفاوت اقلیمی در استان خراسان با استفاده مدل *CERES-Wheat*، دو آزمایش مزرعه‌ای با استفاده از شش رقم گندم که در طی سالهای مختلف معرفی شده بودند، در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ انجام شد.

حداکثر، طول روز، محتوای آب خاک وازت، واکنش نشان می‌دهد و یا اینکه طول دوره رشد و مرفولوژی رقم چگونه خواهد بود (۸). این ویژگیها پس از شبیه‌سازی تحت عنوان ضرایب ژنتیکی رقم مشخص میشوند. برای اجرای برنامه GENCALC که می‌تواند بصورت جداگانه و یا در قالب یکی از مدل‌های شبیه‌سازی نرم افزار DSSAT v3.5 اجرا شود، نیاز به داده‌های ورودی خواهد بود که این داده‌ها برای گندم عبارتند از: تاریخ گرده افشانی، تاریخ رسیدگی، عملکرد دانه، بیوماس در زمان رسیدگی، تعداد دانه در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه. در ادامه ضرایب ژنتیکی مورد استفاده در مدل CERES-Wheat توضیح داده میشوند.

#### ضریب P1V: حساسیت به ورنالیزاسیون

ارقام گندم زمستانه قبل از تشکیل اندام‌های زایشی نیازمند قرار گرفتن در دماهای پایین هستند که این نیاز به دماهای پایین برای گلدهی، ورنالیزاسیون نامیده می‌شود، که از زمان جوانه‌زنی شروع می‌شود (۲۰). القاء ورنالیزاسیون در دمای بین ۱۸-۰ درجه سانتیگراد (۸) انجام می‌شود. معمولا دمای مناسب ورنالیزاسیون بین ۷-۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده و دماهای بین ۱۸-۷ درجه سانتی‌گراد، اثرات کمتری روی ورنالیزه شدن گندم دارند (۲۰). هرچند اختلافات ژنتیکی در بین ارقام مختلف گندم از نظر حساسیت به فتوپریود وجود دارد، با این حال فرض شده است که ۵۰ روز

ایستگاه‌های تحقیقاتی فوق انجام شد. در هر دو آزمایش، در مراحل ساقه دهی و گرده‌افشانی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازت به صورت سرک به خاک اضافه شد. هر دو مزرعه تا حد امکان عاری از علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی نگه داشته شدند. در پایان رشد، به منظور تعیین عملکرد نهایی از هر کرت ۶ مترمربع برداشت شده و اجزاء عملکرد از یک نمونه ۰/۱ مترمربعی از هر کرت تعیین شدند.

کالیبره کردن مدل با استفاده از داده‌های آزمایشات زراعی مختلف که در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان انجام گرفته بود، صورت گرفت.

#### تعیین ضرایب ژنتیکی بوسیله برنامه GENCALC<sup>۱</sup>

ارقام مختلف گیاهان زراعی از نظر ویژگیهای فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی با یکدیگر تفاوت دارند که این اختلافات روی رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی تأثیرگذار بوده، بنابراین باید این اختلافات وارته‌ای به نوعی در مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی در نظر گرفته شوند تا پیش‌بینی قابل قبولی انجام شود. این مشخصه‌ها بوسیله هفت پارامتر و بنام ضرایب ژنتیکی در مدل CERES-Wheat ارائه شده اند. نرم‌افزار GENCALC به منظور محاسبه این ضرایب برای مدل‌های موجود در نرم‌افزار DSSAT v3.5 ساخته شده است (۸). این ضرایب مشخص می‌کنند که چگونه یک ژنوتیپ نسبت به عوامل محیطی مثل درجه حرارت حداقل و

رابطه از ازا قرار گرفتن گیاه در فتوپریودی با یک ساعت کوتا‌تر از فتوپریود مطلوب، نشان می‌دهد.

### ضریب P5

اندازه دانه که برای ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت است در طی دورهٔ پر شدن دانه مشخص می‌شود (۱۲). ضریب P5 طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها را بر اساس درجه - روز<sup>۳</sup> (که در آن صفر پایه یک درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است) نشان می‌دهد. زمانی که این ضریب صفر باشد طول دورهٔ پر شدن دانه معادل ۴۳۰ درجه-روز خواهد بود و به ازاء هر واحد افزایش نسبت به مقدار اولیه ( $F^5=0$ )، بیست درجه روز به طول دورهٔ پر شدن دانه‌ها اضافه می‌شود (۱۲).

### ضریب G1

این ضریب برای محاسبه تعداد دانه در سنبله بکار می‌رود. در مدل *CERES-Wheat* تعداد دانه بر اساس همبستگی که بین وزن ساقه در زمان گرده‌افشانی و تعداد دانه وجود دارد (۶)، محاسبه می‌شود.

### ضریب G2

از این ضریب برای مشخص کردن سرعت پر شدن دانه استفاده می‌شود. سرعت پر شدن دانه به تامین مواد فتوسنتزی از منابع تامین کننده آن بستگی دارد. فتوسنتز جاری برگ‌ها، سنبله (و ریشک‌ها) و

ورنالیزاسیون، برای تامین نیازهای سرمایی همه ارقام کافی باشد (۲۰). در مدل *CERES-Wheat*، ضریب P1V برای تعیین میزان حساسیت ارقام گندم به ورنالیزاسیون بکار می‌رود، بطوریکه گیاهانی که به طور کامل ورنالیزه نمی‌شوند، نمو آنها به تاخیر می‌افتد. ضریب P1V تاخیر در نمو گیاه به ازاء هر روز تامین نشدن نیاز ورنالیزاسیون را (به روز) نشان می‌دهد، بطوریکه هرچه نیاز سرمایی رقم بیشتر باشد، P1V به ازاء هر روز برآورده نشدن نیاز ورنالیزاسیون، مقدار بیشتری خواهد داشت.

### ضریب PID: حساسیت به فتوپریود

گندم به روزهای بلند واکنش نشان می‌دهد، بنابراین قرار گرفتن گیاه در طول روزهای کوتاه در زمان القاء گلدهی<sup>۲</sup> باعث تغییر تاخیر در نمو گیاه خواهد شد. در مدل *CERES-Wheat* طول روز مطلوب برای حداکثر سرعت نمو (با احتساب نورهای ضعیف قبل از طلوع و بعد از غروب خورشید)، ۲۰ ساعت در نظر گرفته شده است (۹). در ارقام مختلف گندم اختلافات ژنتیکی از نظر حساسیت به طول روز وجود دارد و میزان تاخیر در نمو گندم در صورت عدم تامین طول روز مطلوب، بستگی به حساسیت رقم به فتوپریود خواهد داشت (۲۰). ضریب PID میزان تاخیر در نمو گندم

**ضریب PHINT**

برای تعیین مراحل نموی گندم، مشخص کردن سرعت ظهور برگها ضروری است. در برنامه GENCALC، برای مشخص کردن فاصله زمانی بین ظهور نوک دو برگ متوالی (فیلوکرون) از ضریب PHINT استفاده می شود. این ضریب فاصله بین ظهور نوک دو برگ متوالی را با واحد درجه- روز نشان می دهد. پس از اجرای برنامه GENCALC ضرایب ژنتیکی برای ارقام هردو آزمایش، مشخص شدند (جدول ۲).

نیز انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره ای از ساقه، منابع تأمین کننده مواد فتوسنتزی دانه ها هستند و ضریب G2، سرعت پر شدن دانه ها را بر اساس فراهمی منابع فوق محاسبه خواهد کرد.

**ضریب G3**

این ضریب وزن خوشه و ساقه، در زمانی که سرعت طویل شدن ساقه کاهش می یابد، را محاسبه میکند.

جدول ۲- ضرایب ژنتیکی محاسبه شده برای ارقام مورد استفاده در آزمایش مشهد و بیرجند

PHINT	G3	G2	G1	P5	P1D	P1V	
۸۵	۱/۲	۳/۱	۱/۴	-۵/۱	۲/۹	۴/۵	روشن
۸۵	۱/۵	۲	۱/۳	-۸/۶	۳/۱	۵/۲	بزوستاریا
۸۶	۱/۵	۳/۳	۱/۷	-۵/۲	۳	۳/۴	آزادی
۸۴/۵	۱/۹	۳/۵	۱/۸	-۴/۷	۳	۴/۴	قدس
۸۷	۱/۹	۳/۱	۱/۴	-۷/۱	۳	۴/۷	الموت
۸۷	۲/۵	۳/۱	۲	-۶/۸	۳	۴/۷	الوند

**بحث و نتیجه گیری**

ذخیره‌ای به دانه تعیین می‌شود. در این تحقیق پس از شبیه‌سازی عملکرد، با استفاده از تغییر ضرایب مورد استفاده در شبیه‌سازی عملکرد، پیش بینی عملکرد با دقت بسیار بالایی انجام شده است (جدول ۳ و شکل‌های ۳ و ۴)

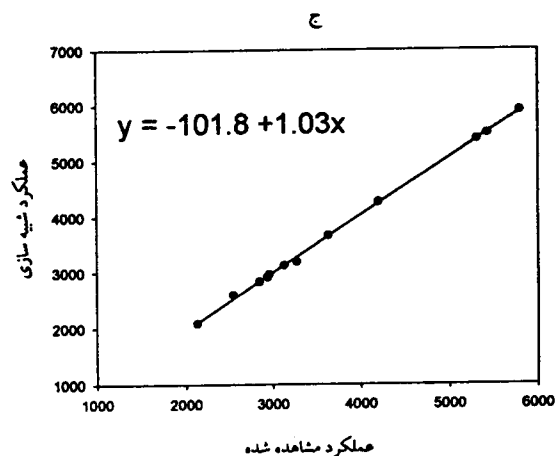
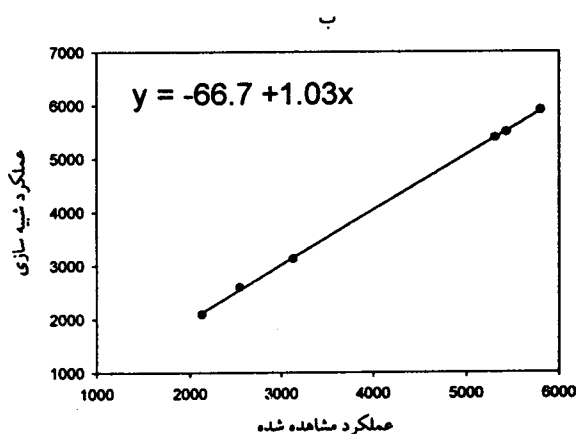
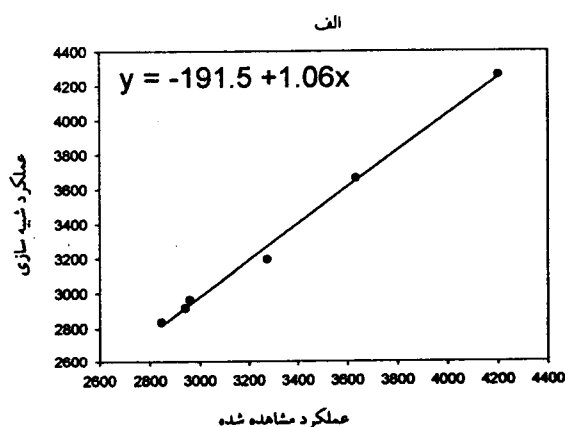
شبیه‌سازی عملکرد در مدل *CERES-Wheat* با استفاده از ضرایب ژنتیکی *G1*، *G2*، *G3* و *P5* (که به وسیله برنامه *GENCALC* محاسبه میشوند)، توان فتوسنتزی گیاه در طی دوره پر شدن دانه و مقدار انتقال مجدد مواد فتوسنتزی

جدول ۳ - عملکرد شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ارقام مختلف در هر دو آزمایش (به کیلوگرم در هکتار)

رقم	آزمایش مشهد		آزمایش بیرجند	
	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده	مشاهده شده	شبیه‌سازی شده
روشن	۲۹۵۸	۳۲۰۵	۵۷۹۸	۵۸۶۸
بزوستایا	۲۸۴۵	۲۹۳۵	۲۵۴۲	۳۲۸۸
آزادی	۳۲۷۵	۲۸۸۳	۵۳۱۳	۵۲۷۴
قدس	۳۶۳۵	۳۸۸۳	۵۴۳۱	۵۴۱۲
الموت	۲۹۴۰	۲۹۵۲	۲۰۸۶	۲۴۱۴
الوند	۴۲۰۳	۳۸۱۹	۳۱۳۲	۳۵۹۲
مجذور میانگین مربعات خطا	۲۶۸/۲۹		۳۸۳/۵	
۱۰٪ میانگین داده‌های مشاهده‌ای	۳۳۰/۹		۴۰۵/۰۳	

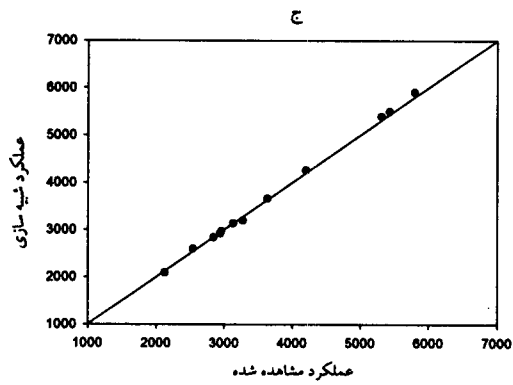
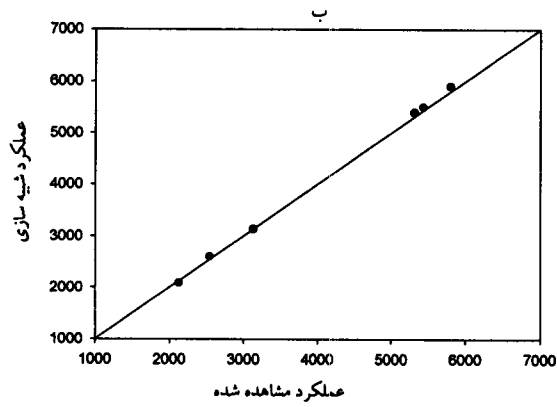
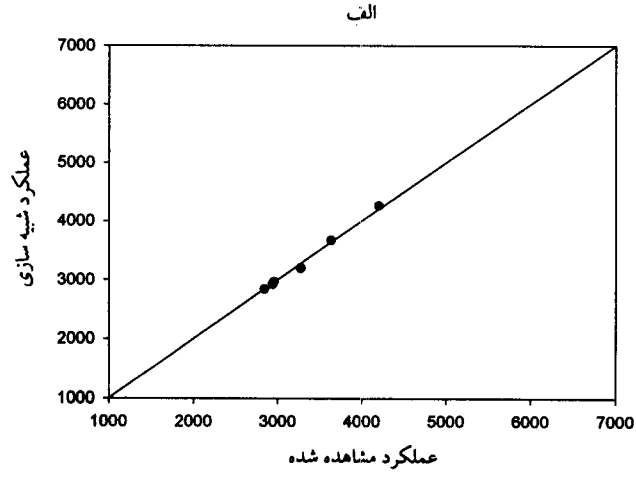
نتایج حاصل شبیه‌سازی عملکرد در دو آزمایش نشان می‌دهد که مجذور میانگین مربعات خطای عملکرد در مشهد (۲۶۸/۲۹) و بیرجند (۳۸۳/۵) کمتر از مقدار ۱۰٪ میانگین مقادیر مشاهده شده در آزمایش مشهد هر دو آزمایش نیز موید این مسئله است.

نتایج حاصل شبیه‌سازی عملکرد در دو آزمایش نشان می‌دهد که مجذور میانگین مربعات خطای عملکرد در مشهد (۲۶۸/۲۹) و بیرجند (۳۸۳/۵) کمتر از مقدار ۱۰٪ میانگین مقادیر مشاهده شده در آزمایش مشهد هر دو آزمایش نیز موید این مسئله است.



شکل ۳- همبستگی عملکرد شبیه‌سازی و مشاهده شده در آزمایشات، مشهد (الف)، بیرجند (ب) و در هر دو آزمایش (ج)





شکل ۴ - مجذور میانگین مربعات خطای عملکرد و شبیه سازی شده و مشاهده شده در آزمایشات،

مشهد (الف)، بیرجند (ب) و در هر دو آزمایش (ج)

روی تولید ذرت و گندم را در مقیاس جهانی با استفاده از مدل های CERES-Wheat و CERES-Maize مورد ارزیابی قرار دادند. این محققین با استفاده از داده های آزمایشی مراکز تحقیقات بین المللی، اثرات نوسان درجه حرارت را روی پتانسیل تولید بالقوه نقاط مختلف، مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که مدل های فوق عملکرد را در درجه حرارتهای بالا و پایین بیش از مقادیر مشاهده شده، برآورد می کنند.

مدل CERES-Wheat در محیط های بسیار متنوعی مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتایج حاصل نشان داده است که، زمانیکه داده های آب و هوایی، رقم و داده های مدیریتی بطور قابل قبولی تعیین شده باشند، داده های شبیه سازی شده در محدوده قابل قبول  $\pm 5$  تا  $\pm 15$ ٪ نسبت به داده های اندازه گیری شده، نوسان دارند (۱۳)، از این رو به نظر می رسد مدل CERES-Wheat می تواند با اطمینان زیادی برای پیش بینی عملکرد و ارزیابی سیستم های تولیدی گندم مورد استفاده قرار گیرد. با این حال باید توجه داشت که پیچیدگی سیستم های کشاورزی، مشکل بودن دسترسی به داده های ورودی برای مدلها و ناتوانی در وارد کردن همه پارامترهای مؤثر در رشد گیاهان زراعی به ساختار مدلها (۱۴) و نیز عدم شناخت کامل فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان زراعی و بخصوص اثرات متقابل آنها در محیطها و شرایط مختلف باعث بروز خطا در مدلها می شود. از اینرو انجام آزمایشات تکمیلی برای دستیابی به نتایج قابل قبول ضروری می باشد.

در این تحقیق از طیف گسترده ای از ارقام که در سالهای مختلف معرفی شده بودند و نیازهای فیزیولوژیکی متفاوتی داشتند، در دو اقلیم مختلف استفاده شد تا توانایی و حساسیت مدل در پیش بینی اثرات متقابل ژنوتیپ و اقلیم ارزیابی شود. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می دهد که رقم روشن بالاترین عملکرد را در بیرجند (۵۸۹۹ کیلوگرم در هکتار) و رقم الوند بالاترین عملکرد را در شرایط مشهد (۴۲۶۲ کیلوگرم در هکتار) دارا بوده است (جدول ۳). سطح زیر کشت زیاد و عملکرد مطلوب رقم روشن در منطقه بیرجند و رقم الوند در منطقه مشهد، نشان می دهد که نتایج شبیه سازی شده به وسیله مدل با واقعیت کشاورزی این مناطق انطباق داشته و مدل از دقت لازم برای شبیه سازی اثرات پیچیده اقلیم و ژنوتیپ برخوردار بوده و می تواند به خوبی در اینگونه تحقیقات بکار برده شود.

هر چند هدف اولیه از ساخت مدل های شبیه سازی رشد و نمو گیاهان زراعی، آنالیز سیستم های تولیدی بوده است و پیش بینی عملکرد به عنوان هدف فرعی کاربرد مدلها بیان شده است (۳) با این حال به نظر می رسد پیش بینی عملکرد به وسیله مدلها، بیش از آنالیز سیستم های تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفته است. تاکنون مدل CERES-Wheat در تحقیقات بسیاری برای پیش بینی عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است. اوتر و همکاران (۱۰) پیش بینی های عملکرد قابل قبولی را برای گندم با استفاده از مدل CERES-Wheat در محیط های مختلف ارائه کردند. وایت و همکاران (۱۷) اثرات نوسان درجه حرارت

## منابع

- ۱- زند، ا، ۱۳۷۹، مطالعه خصوصیات اکوفیزیولوژیک ارقام گندم ایرانی از نظر مرفولوژی، فیزیولوژی، رقابت درون و بین گونه ای، پایان نامه دوره دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- کمالی، غ، ۱۳۷۶، بررسی اکولوژیکی تواناییهای دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی با تاکید خاص بر گندم دیم، پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- ۳- نصیری محلاتی، م، ۱۳۷۹، مدل سازی فرایندهای رشد گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
- ۴- سبی نام، ۱۳۷۷، غلات در آئینه آمار، اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، تهران.
- 5- De Wit, C.T. 1978. Simulation of living system. In: Leffelaar P.A. (ed.) Systems Analysis and Simulation in the Theoretical Production Ecology. Wageningen Agricultural University, The Netherlands, pp: 1-8.
- 6- Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 105: 447-461.
- 7- Geng, S., J.S., Auburn, E., Brandstetter and B. Li. 1988. A program to simulate meteorological variables: documentation for SIMMETEO. Agronomy Progress Report 204, Department of Agronomy and Range Science, University of California, Davis, California, USA.
- 8- Hunt, L.A., S., Pararajasingham, J.W., Jones, G., Hoogenboom, D.T., Imamura and R.M. Ogoshi. 1993. GENCALC: Software to facilitate the use of crop models for analyzing field experiment. *Agron. J.* 85: 1090-1094.
- 9- Loomis, R.S., R., Rabbinge and E. Ng. 1979. Explanatory models in crop physiology. *Adv. Rev. Plant Physiol.* 30: 339-367.
- 10- Otter-Nacke, S., D.C., Godwin and J.T. Ritchie. 1987. Tesing and validating the CERES-Wheat model in the diverse invironments. *AgRISTARS Publ. No. YM-15-00407*. NTIS, Springfield, VA.
- 11- Richardson, C.W. 1985. Weather simulation for crop management models. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 18: 1602-1606.
- 12- Ritchie, J.T. 1991. Wheat phasic development. In: Hanks, R.J., Ritchie, J.T. (Eds.), *Modelling Plant and Soil Systems*. Agronomy Monograph no31, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp 31-54.
- 13- Ritchie, J.T., U., Singh, D.C., Godwin and W.T. Bowen. 1998. Cereal growth, development and yield. In: Tsuji, G.Y., G., Hoogenboom and P.K. Thornton, (Eds.). *Understanding Options for Agricultural Production*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, pp. 79-98.
- 14- Singh, U., J.T., Ritchie and G.Y. Tsuji. 1991. Simulation models for crop growth: IBSNAT approach. In: *International Symposium on Sweet Potato Technology for the 21th Century*, Tuskegee University, Tuskegee, Alabama.
- 15- Walker, T.S., and J.G. Ryan. 1990. *Village and household economics in Indian's Semi-Arid Tropics*, John Hopkins University Press. Baltimore, Meriland, USA.
- 16- Whisler, F.D., B., Acock, D.N., Baker, R.E., Fye, H.F., Hodges, J.R., Lambert, H.E., Lemon, J.M., McKinion and V.R. Reddy. 1986. *Crop simulation models in agronomic systems*. *Advances in Agronomy*, Vol. 40, Academic Press.
- 17- White, J. W., P. Grace, P. N. Fox, A. Rodriguez and J. Corbett. 2002. "Modeling temperature-driven variation in wheat and maize priduction at a global scale", ICASA, 15 Apr. 2002 [on-line] <http://www.icasanet.org/proceeding/saad3.html>

## **CERES-WHEAT MODEL EVALUATION AT TWO DIFFERENT CLIMATIC LOCATIONS IN KHORASAN PROVINCE I- YIELD PREDICATION**

A. Kiani<sup>1</sup> , A.R. Kochaki<sup>2</sup> , M. Banaeyan<sup>3</sup> , M. Nasiri Mahalati<sup>4</sup>

1- MS.C of Agriculture , 2,3,4- Professor, Assistant professors, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received : 19.11.2033

### **Abstract**

Food security is equal to yield stability. Fifty percent observed yield variability of irrigated wheat in Khorasan province indicates that there is no reliable food security. Crop growth simulation model as a quantitative tool based on scientific principles that could evaluate different climatic effects, soil, water and management factors on crop production. CERES-Wheat model is a widespread model, which has been employed in many studies across the world.

To evaluate CERES-Wheat model in yield predication, two completely randomized Block Design experiments with four replications were conducted in two different climatic locations, using six cultivars released between 2001-2002 years. The experiments were carried out at Mashhad and Birjand agricultural research stations. Genotype coefficient and cultivars differences were determined using GENCALC software. To evaluate the yield, Root Mean Square Error (RMSE) was calculated and found to be 44.44 and 62.7 Kg/ha for Mashhad and Birjand trials respectively this was less than 10% of observation mean as a model accuracy. Because of agricultural complexity, it was difficult to have access to input data, and unknown physiological properties, specially interaction under different condition and environments cause discrepancy in model simulations thus indicating that model validation and calibration is necessary before applying the model in any future application as a research tool.

**Key words:** Wheat, CERES-Wheat, Model, Location